

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-190010

(43) 公開日 平成8年(1996)7月23日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 5/20

識別記号

1 0 1

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-19749

(22) 出願日 平成7年(1995)1月12日

(71) 出願人 000005186

株式会社フジクラ

東京都江東区木場1丁目5番1号

(72) 発明者 ホセイン アクラム

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ  
クラ佐倉工場内

(72) 発明者 久留宮 洋一

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ  
クラ佐倉工場内

(72) 発明者 渡辺 勉

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ  
クラ佐倉工場内

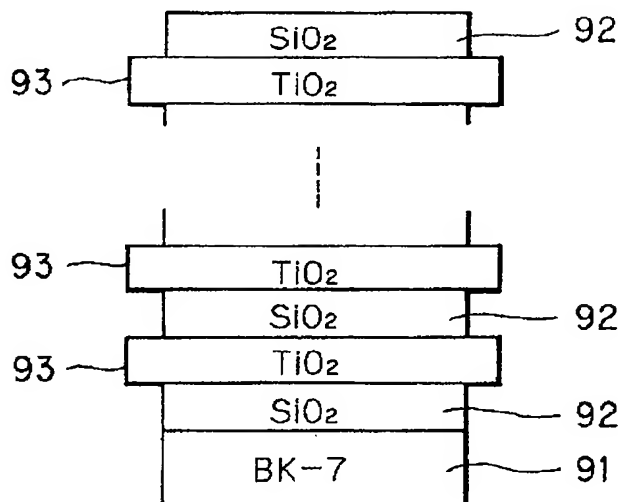
(74) 代理人 弁理士 伊丹 勝

(54) 【発明の名称】 誘電体多層膜光学フィルタの製造方法

(57) 【要約】

【目的】 基板間のばらつきを防止してしかも、光学特性の経時変化の少ない優れた誘電体多層膜フィルタを得ることを可能とした誘電体多層膜光学フィルタの製造方法を提供する。

【構成】 二つの蒸着源を有する電子ビーム蒸着装置を用いて、BK-7基板91上に、SiO<sub>2</sub>膜92とTiO<sub>2</sub>膜93とを交互に繰り返し形成して誘電体多層膜フィルタを作る。膜形成条件は、SiO<sub>2</sub>膜形成時は酸素ガス圧を $(0.5 \pm 0.1) \times 10^{-4}$  Torr、TiO<sub>2</sub>膜形成時は酸素ガス圧を $(1.4 \sim 1.5) \times 10^{-4}$  Torrにそれぞれ切換え設定し、基板温度は $200 \pm 5^\circ\text{C}$ 固定とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 チャンバ内に少なくとも二つの蒸着源を有する薄膜形成装置を用いて、基板上に、第 1 の蒸着源からの第 1 の誘電体膜と第 2 の蒸着源からの第 2 の誘電体膜とを交互に繰り返し形成する誘電体多層膜光学フィルタの製造方法において、

前記第 1 の誘電体膜形成工程と前記第 2 の誘電体膜形成工程とでチャンバ内酸素ガス圧を切替えて最適設定することを特徴とする誘電体多層膜光学フィルタの製造方法。

【請求項 2】 前記薄膜形成装置が電子ビーム蒸着装置であって、前記第 1 の誘電体膜が  $\text{SiO}_2$  膜、第 2 の誘電体膜が  $\text{TiO}_2$  膜である場合、 $\text{SiO}_2$  膜形成時の酸素ガス圧を  $(0.5 \pm 0.1) \times 10^{-4} \text{ Torr}$ 、 $\text{TiO}_2$  膜形成時の酸素ガス圧を  $(1.4 \sim 1.5) \times 10^{-4} \text{ Torr}$  にそれぞれ設定し、基板温度を  $200 \pm 5^\circ\text{C}$  固定とすることを特徴とする請求項 1 記載の誘電体多層膜光学フィルタの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、基板上に屈折率の異なる第 1、第 2 の誘電体膜を交互に繰り返し形成する誘電体多層膜光学フィルタの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 誘電体多層膜光学フィルタは、薄膜形成装置を用いて、例えば BK-7 基板上に  $\text{SiO}_2$  膜と  $\text{TiO}_2$  膜を交互に繰り返し形成して得られる。各層の配置や膜厚等を最適制御することによって、ある波長以上の長波長成分を透過する長波長エッジフィルタ、ある波長以下の短波長成分を透過する短波長エッジフィルタ、更にこれらの組み合わせによるバンドパスフィルタ等を得ることができる。

【0003】 これらの光学フィルタの光学特性の経時変化を防止するには、各誘電体膜を緻密に形成することが必要である。緻密な誘電体膜を形成するには、薄膜形成装置として電子ビーム蒸着装置やスパッタ装置が用いられる。特に電子ビーム蒸着装置を用いて、蒸着時に同時に基板にイオンビームを照射するイオンアシストを行うことにより、緻密な誘電体膜を得ることができる。

【0004】 異なる誘電体膜を交互に多層に積層するためには、一つの膜形成装置内に少なくとも二つの蒸着源を有することが好ましい。この様な装置を用いて、真空を破ることなく連続的に多層の誘電体膜を積層形成することができる。例えば、チャンバ内に二つの蒸着源を有し、イオンアシスト用のイオン発生装置を備えた電子ビーム蒸着装置を用いて、各蒸着源に  $\text{SiO}_2$  ターゲットと  $\text{TiO}_2$  ターゲットを配置して、これらを交互に蒸発させ、イオンアシストを行うことにより、緻密な膜の誘電体多層膜フィルタを作ることができる。

【0005】 一方、上述のような電子ビーム蒸着装置で

複数の基板に同時に誘電体多層膜を形成するためには、複数の基板を配置できるドーム状の基板ホルダーを備える。そしてこのとき、複数の基板上での誘電体膜の膜厚等のばらつきをなくするためには、基板ホルダーと蒸着源の間に補正板を挿入することが必要になる。補正板は固定して、基板ホルダーを蒸着の間回転させることにより、周方向の基板間の膜厚の均一化が図られる。また補正板の形状を最適設定することにより、基板ホルダーの径方向の膜厚の均一化を図ることができる。

10 【0006】 上述のように補正板を用いることにより、基板ホルダー上の膜厚均一化を図ることができるが、反面、イオンアシストを行うときにはこの補正板が基板ホルダー上でのイオン照射分布を不均一にする原因となる。補正板なしでドーム状基板ホルダー状のイオン照射分布が均一になるように設計すれば、補正板を挿入することによりそのイオン照射分布の均一性が損なわれるのは当然といえる。そしてイオン照射分布が不均一になれば、基板ホルダー上の複数の基板での誘電体膜の光学特性がばらつくことになる。

20 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 以上のように従来の方法では、複数の誘電体多層膜フィルタを同時に形成する場合、基板間のばらつきを防止してしかも、光学特性の経時変化の少ない優れた誘電体多層膜フィルタを得ることは難しいという問題があった。

30 【0008】 この発明は上記の点に鑑みなされたもので、基板間のばらつきを防止してしかも、光学特性の経時変化の少ない優れた誘電体多層膜フィルタを得ることを可能とした誘電体多層膜光学フィルタの製造方法を提供することを目的としている。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 この発明は、チャンバ内に少なくとも二つの蒸着源を有する薄膜形成装置を用いて、基板上に、第 1 の蒸着源からの第 1 の誘電体膜と第 2 の蒸着源からの第 2 の誘電体膜とを交互に繰り返し形成する誘電体多層膜光学フィルタの製造方法において、前記第 1 の誘電体膜形成工程と前記第 2 の誘電体膜形成工程とでチャンバ内酸素ガス圧を切替えて最適設定することを特徴としている。

40 【0010】 この発明において好ましくは、前記薄膜形成装置が電子ビーム蒸着装置であって、前記第 1 の誘電体膜が  $\text{SiO}_2$  膜、第 2 の誘電体膜が  $\text{TiO}_2$  膜である場合、 $\text{SiO}_2$  膜形成時の酸素ガス圧を  $(0.5 \pm 0.1) \times 10^{-4} \text{ Torr}$ 、 $\text{TiO}_2$  膜形成時の酸素ガス圧を  $(1.4 \sim 1.5) \times 10^{-4} \text{ Torr}$  にそれぞれ設定し、基板温度を  $200 \pm 5^\circ\text{C}$  固定とすることを特徴としている。

## 【0011】

【作用】 従来は、前述のように一つの蒸着装置内で  $\text{SiO}_2$  膜と  $\text{TiO}_2$  膜を交互に形成する場合に、ガス圧や

基板温度等の条件を一定に保つことが通常であった。しかし本発明者らの研究によると、電子ビーム蒸着装置で異種の誘電体膜を形成する場合、それぞれの誘電体膜について経時変化の少ない優れた光学特性を得るための蒸着条件が同じではないことが明らかになった。そこでこの発明においては、第1の誘電体膜形成工程と第2の誘電体膜形成工程とでチャンバ内酸素ガス圧を切替えて最適設定する。これにより、イオンアシストなしで、イオンアシストを行った場合と同等の安定な光学特性を示す誘電体多層膜フィルタを得ることができる。そしてイオンアシストを行わなければ、イオンビーム照射分布の不均一という問題がなくなり、複数基板に形成される誘電体多層膜フィルタの特性の均一化が図られる。

【0012】特に薄膜形成装置が電子ビーム蒸着装置であって、第1の誘電体膜が $\text{SiO}_2$ 膜、第2の誘電体膜が $\text{TiO}_2$ 膜である場合、 $\text{SiO}_2$ 膜形成時の酸素ガス圧を $(0.5 \pm 0.1) \times 10^{-4} \text{ Torr}$ 、 $\text{TiO}_2$ 膜形成時の酸素ガス圧を $(1.4 \sim 1.5) \times 10^{-4} \text{ Torr}$ にそれぞれ設定し、基板温度を $200 \pm 5^\circ\text{C}$ 固定とすることによって、イオンアシストなしで経時変化の極めて小さい光学特性を得ることができ、またイオンアシストを用いないために基板間のばらつきが効果的に低減される。

【0013】

【実施例】以下、図面を参照して、この発明の実施例を説明する。図1は、実施例に用いた電子ビーム蒸着装置の概略構成である。チャンバ1は、図示しない真空排気装置に接続され、またバルブ8により調整されて酸素ガスが導入されるようになっている。チャンバ1の内部には、下部に第1、第2の少なくとも二つの電子ビーム蒸着源2a、2bが配置され、上方にはドーム状の基板ホルダー3が配置されている。基板ホルダー3の下方には、所定形状の補正板5が配置されている。

【0014】図2は、基板ホルダー3及び補正板5の部分を下方から見た図であり、基板ホルダー3には基板を保持すべき位置に孔9が開けられて、この孔9を覆うように基板4が保持される。第1、第2の蒸着源2a、2bの上には、シャッター板6a、6bが配置されて、これらシャッター板6a、6bにより蒸発物の切換えが速やかにできるようになっている。チャンバ1の下部側面には、イオンアシスト用のイオンビーム発生源7が設けられている。但しこの発明においては、このイオンビーム発生源7は用いない。

【0015】この様な装置を用いて、第1の蒸着源2aに $\text{SiO}_2$ ターゲット、第2の蒸着源2bに $\text{TiO}_2$ ターゲットをセットし、基板ホルダー3に基板4をセットして、チャンバ1内の酸素ガス圧及び基板温度を設定し、基板ホルダー1を回転させながら、第1、第2の蒸着源2a、2bからの蒸着を交互に繰り返して、誘電体多層膜を形成する。

【0016】具体的な実施例の説明に先だって、イオンアシストを行わないで優れた光学特性が得られる膜形成条件として、チャンバ内酸素ガス圧と基板温度を決定する実験データを以下に説明する。BK-7基板上に、チャンバ内酸素ガス圧と基板温度をパラメータとして、イオンアシストなしで $\text{SiO}_2$ 単層膜及び $\text{TiO}_2$ 単層膜を形成した。それぞれの単層膜について、2ヶ月間大気中に放置して、屈折率の変化 $\Delta n$ と分光透過特性の波長シフト $\Delta \lambda$ とを測定した。

【0017】ここで分光透過特性の波長シフト $\Delta \lambda$ について説明する。図3に示すようにBK-7基板31に $\text{SiO}_2$ 又は $\text{TiO}_2$ 単層膜32を形成して、その分光透過特性を測定すると、図4のようになる。図4の実線が膜形成直後の特性であり、破線が例えば2ヶ月放置後の特性である。これらの透過率特性の変化分 $\Delta \lambda$ がここにある波長シフトである。

【0018】図5は、各単層膜についての、酸素ガス圧に対する屈折率変化 $\Delta n$ の測定データ（基板温度 $300^\circ\text{C}$ ）であり、図6は同じく酸素ガス圧に対する波長シフトの測定データ（基板温度 $300^\circ\text{C}$ ）である。また図7は、各単層膜についての基板温度に対する屈折率変化 $\Delta n$ の測定データ（酸素ガス圧は、 $\text{SiO}_2$ が $0.5 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ 、 $\text{TiO}_2$ が $2 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ ）であり、図8は、同じく基板温度に対する波長シフト $\Delta \lambda$ の測定データ（酸素ガス圧は、 $\text{SiO}_2$ が $0.5 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ 、 $\text{TiO}_2$ が $2 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ ）である。

【0019】以上の測定データにおいて、波長シフト $\Delta \lambda$ の主要な原因は、屈折率の変化 $\Delta n$ にあると考えられ、例えば図5と図6とはほぼ同様のカーブを描くと予想されるが、実際には酸素ガス圧が高い方で $\text{TiO}_2$ 単層膜の測定データが両者の間で大きくずれている。これは、予想外の何らかの要因が影響しているものと考えられる。図7と図8の関係についても同様である。

【0020】図5及び図6の測定データから、 $\text{SiO}_2$ 単層膜については、酸素ガス圧 $0.5 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ 付近で屈折率変化 $\Delta n$ 及び波長シフト $\Delta \lambda$ 共に最小となっている。 $\text{TiO}_2$ 単層膜については、酸素ガス圧 $1.5 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ 付近で屈折率変化 $\Delta n$ 及び波長シフト $\Delta \lambda$ 共に最小となっている。

【0021】一方、図7の測定データから、 $\text{SiO}_2$ 単層膜については基板温度 $300^\circ\text{C}$ 付近で、また $\text{TiO}_2$ 単層膜については基板温度 $200^\circ\text{C}$ 付近で、屈折率変化 $\Delta n$ が最小となっている。図8の測定データでは、複雑なカーブを描いており、波長シフト $\Delta \lambda$ が最小になる基板温度は明確に求められないが、 $\text{SiO}_2$ 単層膜については $300^\circ\text{C}$ 付近、 $\text{TiO}_2$ 単層膜については $200^\circ\text{C}$ 付近がやはり最適条件と思われる。しかし、 $\text{SiO}_2$ 膜と $\text{TiO}_2$ 膜を交互に繰り返し形成する場合に基板温度を切替えることは、實際上難しい。

【0022】以上の考察結果から、条件設定のばらつき

を考慮して、 $\text{SiO}_2$  膜形成時の酸素ガス圧を  $(0.5 \pm 0.1) \times 10^{-4} \text{ Torr}$ 、 $\text{TiO}_2$  膜形成時の酸素ガス圧を  $(1.4 \sim 1.5) \times 10^{-4} \text{ Torr}$  にそれぞれ切換え設定し、基板温度は  $200 \pm 5^\circ\text{C}$  固定として、多層膜フィルタを作ることが好ましいことが分かる。

【0023】上述の最適膜形成条件で実際に長波長エッジフィルタを作成した。図9は、そのエッジフィルタの構成である。図1の装置を用いて、イオンアシストを行わず、BK-7基板91上に、 $\text{SiO}_2$  膜92と $\text{TiO}_2$  膜93を交互に繰り返し形成して、全45層の多層膜を形成した。各層の光学膜厚は、 $\text{SiO}_2$  膜92については、 $0.840 \times \lambda / 4 \sim 1.850 \times \lambda / 4$  の範囲で下から順に少しずつ厚く、 $\text{TiO}_2$  膜93については同様に、 $0.800 \times \lambda / 4 \sim 0.940 \times \lambda / 4$  の範囲で下から順に少しずつ厚くなるように設定している。

【0024】図10は、この実施例により得られた長波長エッジフィルタの透過率特性を示している。またこの長波長エッジフィルタの作成直後のエッジ波長と大気中に2ヶ月放置した後のエッジ波長の差を測定した結果、エッジ波長シフト量は5～6nmであった。そのデータを従来例と比較して表1に示す。

【0025】

【表1】

	エッジ波長シフト量 (nm)
実施例	5～6
従来例①	5～6
従来例②	20

【0026】表1の従来例①は、 $\text{SiO}_2$  膜、 $\text{TiO}_2$  膜の形成条件を、酸素ガス圧  $1.4 \times 10^{-4} \text{ Torr}$  一定、基板温度  $200^\circ\text{C}$  一定とし、イオンアシストを行った場合である。従来例②は、 $\text{SiO}_2$  膜、 $\text{TiO}_2$  膜の形成条件を、酸素ガス圧  $1.4 \times 10^{-4} \text{ Torr}$  一定、基板温度  $200^\circ\text{C}$  一定とし、イオンアシストを行わなかった場合である。

【0027】イオンアシストを行わず、しかも $\text{SiO}_2$  膜と $\text{TiO}_2$  膜の形成条件を一定にした従来例②では、エッジ波長シフト量が約20nmと大きい。イオンアシストを行った従来例①では、エッジ波長シフト量としては実施例と同等の小さい値が得られている。しかし、この従来例①では、イオン照射分布の不均一のため、基板間の特性のばらつきが大きい。

【0028】以上のようにこの実施例によると、チャンバ内の酸素ガス圧を $\text{SiO}_2$  膜と $\text{TiO}_2$  膜の形成ステップで切替えて最適設定することにより、イオンアシストなしで経時変化の少ない光学特性を得ることができ、

またイオンアシストを行わないため、基板間の特性のばらつきは小さいものとなる。

【0029】この発明は上記実施例に限られない。実施例では長波長エッジフィルタを説明したが、他の膜厚の組み合わせを利用した短波長エッジフィルタやバンドパスフィルタにも同様にこの発明を適用することができる。また、誘電体材料として、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$  以外のものを用いた場合にもこの発明は有効である。更に、電子ビーム蒸着装置に代わってスパッタ装置を用いた場合にも、同様に各誘電体膜の形成工程での酸素ガス圧を切替えて最適設定することにより、同様の効果が得られる。

【0030】

【発明の効果】以上述べたようにこの発明によれば、チャンバ内に少なくとも二つの蒸着源を有する薄膜形成装置を用いて、誘電体多層膜光学フィルタを製造する際に、第1の誘電体膜形成工程と第2の誘電体膜形成工程とでチャンバ内酸素ガス圧を切替えて最適設定することにより、基板間のばらつきが小さく、且つ経時変化の少ない優れた光学フィルタ特性を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例に用いた電子ビーム蒸着装置の概略構成を示す。

【図2】 同装置の基板ホルダーを下方から見た図である。

【図3】 誘電体単層膜の分光透過特性の測定法を説明するための図である。

【図4】 誘電体単層膜の分光透過特性の経時変化を示す図である。

【図5】 誘電体単層膜の酸素ガス圧と屈折率の経時変化の測定データである。

【図6】 誘電体単層膜の酸素ガス圧と分光透過特性の経時変化の測定データである。

【図7】 誘電体単層膜の基板温度と屈折率の経時変化の測定データである。

【図8】 誘電体単層膜の基板温度と分光透過特性の経時変化の測定データである。

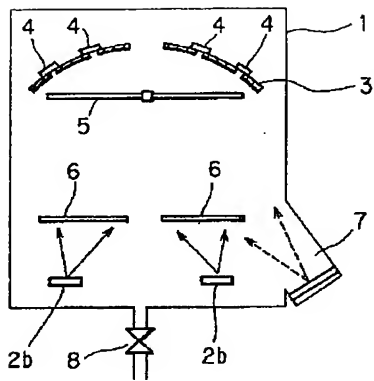
【図9】 実施例によるエッジフィルタの構成である。

【図10】 同実施例によるエッジフィルタの透過率特性である。

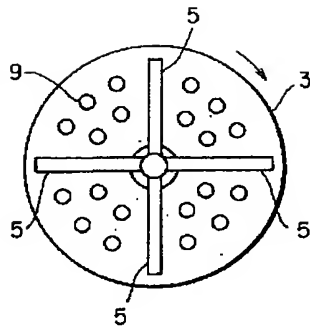
【符号の説明】

1…チャンバ、2a…第1の蒸着源、2b…第2の蒸着源、3…基板ホルダー、4…基板、5…補正板、6…シャッター板、7…イオンビーム発生源、8…バルブ、91…BK-7基板、92… $\text{SiO}_2$  膜、93… $\text{TiO}_2$  膜。

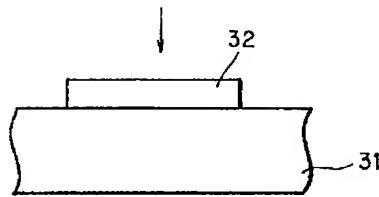
【図1】



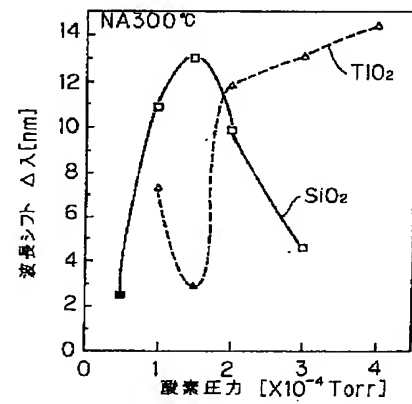
【図2】



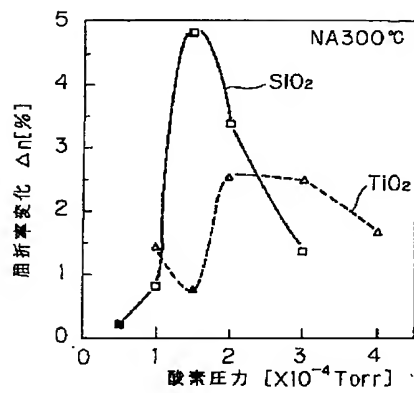
【図3】



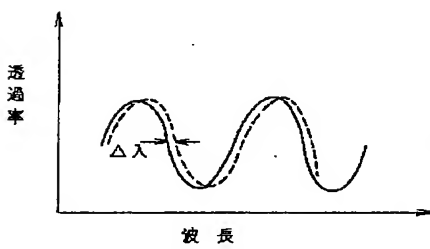
【図6】



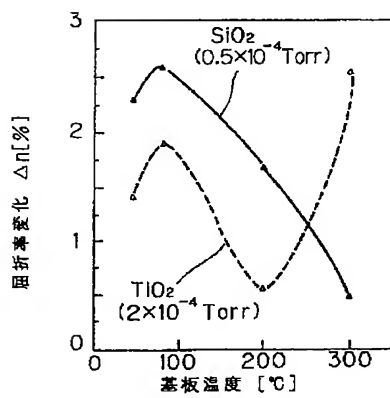
【図5】



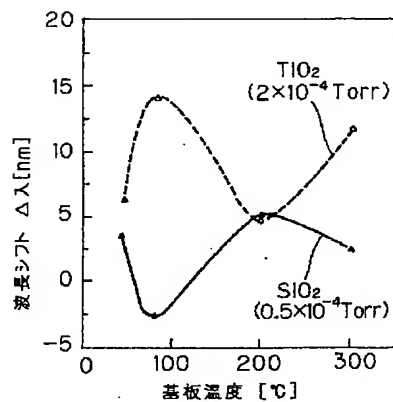
【図4】



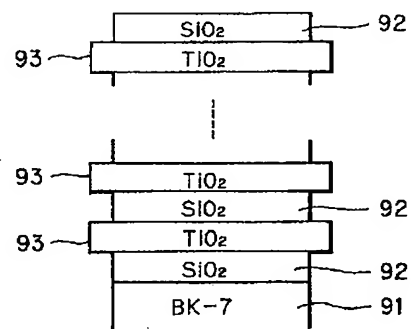
【図7】



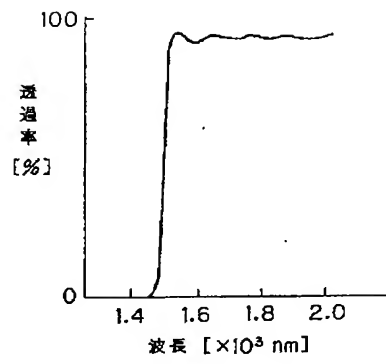
【図8】



【図9】



【図10】



\* NOTICES \*

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The manufacture approach of the dielectric multilayers light filter characterized by changing and carrying out an optimal setup of the oxygen gas pressure in a chamber in the manufacture approach of the dielectric multilayers light filter which repeats the 1st dielectric film from the 1st source of vacuum evaporation, and the 2nd dielectric film from the 2nd source of vacuum evaporation by turns, and forms them on a substrate using the thin film deposition system which has at least two sources of vacuum evaporation in a chamber with said 1st dielectric film formation process and said 2nd dielectric film formation process.

[Claim 2] Said thin film deposition system is electron-beam-evaporation equipment, and said 1st dielectric film is SiO<sub>2</sub> film, The 2nd dielectric film is TiO<sub>2</sub>. It is SiO<sub>2</sub> when it is the film. The oxygen gas pressure at the time of film formation  $\times (0.5 \sim 0.1)$  10<sup>-4</sup>Torr, TiO<sub>2</sub> The manufacture approach of the dielectric multilayers light filter according to claim 1 characterized by setting the oxygen gas pressure at the time of film formation as  $\times (1.4 \sim 1.5)$  10<sup>-4</sup>Torr, respectively, and considering substrate temperature as 200  $\pm$  5-degree-C immobilization.

---

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the manufacture approach of the dielectric multilayers light filter which repeats by turns the 1st and 2nd dielectric film with which refractive indexes differ, and forms it on a substrate.

[0002]

[Description of the Prior Art] A thin film deposition system is used for a dielectric multilayers light filter, for example, it is SiO<sub>2</sub> on BK-7 substrate. The film and TiO<sub>2</sub> The film is repeated by turns, and it is formed and obtained. By controlling arrangement, thickness, etc. of each class optimally, the long wavelength edge filter which penetrates the long wavelength component

more than a certain wavelength, the short wavelength edge filter which penetrates a part for short wave Naganari below a certain wavelength, the band pass filter by such combination, etc. can be obtained further.

[0003] In order to prevent aging of the optical property of these light filters, it is required to form each dielectric film precisely. In order to form a precise dielectric film, electron-beam-evaporation equipment and a sputtering system are used as a thin film deposition system. A precise dielectric film can be obtained by performing the ion assistance which irradiates [ coincidence ] an ion beam at a substrate at the time of vacuum evaporationo especially using electron-beam-evaporation equipment.

[0004] In order to carry out the laminating of the different dielectric film to a multilayer by turns, it is desirable to have at least two sources of vacuum evaporationo in one film formation equipment. Laminating formation of the multilayer dielectric film can be continuously carried out using such equipment, without breaking a vacuum. For example, it has two sources of vacuum evaporationo in a chamber, electron-beam-evaporation equipment equipped with the apparatus for generating ion for ion assistance is used, and it is SiO<sub>2</sub> to each source of vacuum evaporationo. A target and TiO<sub>2</sub> The dielectric multilayers filter of the precise film can be made by arranging a target, evaporating these by turns and performing ion assistance.

[0005] On the other hand, in order to form dielectric multilayers in two or more substrates with the above electron-beam-evaporation equipments at coincidence, it has the substrate electrode holder of the shape of a dome which can arrange two or more substrates. And in order to abolish dispersion, such as thickness of the dielectric film on two or more substrates, at this time, it is necessary between a substrate electrode holder and the source of vacuum evaporationo to insert a corrector plate. Equalization of the thickness between the substrates of a hoop direction is attained by fixing a corrector plate and rotating a substrate electrode holder during vacuum evaporationo. Moreover, by carrying out an optimal setup of the configuration of a corrector plate, equalization of the thickness of the direction of a path of a substrate electrode holder can be attained.

[0006] Although thickness equalization on a substrate electrode holder can be attained by using a corrector plate as mentioned above, when performing ion assistance, on the other hand, it becomes the cause by which this corrector plate makes an ununiformity ion irradiation distribution on a substrate electrode holder. If it designs so that dome-like substrate electrode-holder-like distribution [ ion irradiation ] may become nothing homogeneity in a corrector plate, it can be said by inserting a corrector plate that the homogeneity of the ion irradiation distribution is naturally spoiled. And if ion irradiation distribution becomes an ununiformity, the optical property of the dielectric film in two or more substrates on a substrate electrode holder will vary.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, by the conventional approach,



when two or more dielectric multilayers filters were formed in coincidence, preventing dispersion between substrates and obtaining the outstanding dielectric multilayers filter with little aging of an optical property moreover had the problem of being difficult.

[0008] It aims at offering the manufacture approach of the dielectric multilayers light filter which enabled it to have made this invention in view of the above-mentioned point, to prevent dispersion between substrates, and to obtain the outstanding dielectric multilayers filter with little aging of an optical property moreover.

[0009]

[Means for Solving the Problem] This invention is characterized by changing and carrying out an optimal setup of the oxygen gas pressure in a chamber with said 1st dielectric film formation process and said 2nd dielectric film formation process in the manufacture approach of the dielectric multilayers light filter which repeats the 1st dielectric film from the 1st source of vacuum evaporation, and the 2nd dielectric film from the 2nd source of vacuum evaporation by turns, and forms them on a substrate using the thin film deposition system which has at least two sources of vacuum evaporation in a chamber.

[0010] In this invention, said thin film deposition system is electron-beam-evaporation equipment preferably. Said 1st dielectric film is SiO<sub>2</sub>. The film and the 2nd dielectric film are TiO<sub>2</sub>. When it is the film, SiO<sub>2</sub> It is the oxygen gas pressure at the time of film formation  $\times (0.5 \sim 0.1) \times 10^{-4}$  Torr and TiO<sub>2</sub> The oxygen gas pressure at the time of film formation is set as  $\times (1.4 \sim 1.5) \times 10^{-4}$  Torr, respectively, and it is characterized by considering substrate temperature as 200  $\pm 5$ -degree-C immobilization.

[0011]

[Function] Conventionally, it is SiO<sub>2</sub> within one vacuum evaporation equipment as mentioned above. The film and TiO<sub>2</sub> When forming the film by turns, usually conditions, such as gas pressure and substrate temperature, were kept constant. However, according to research of this invention persons, when a dielectric film of a different kind with electron-beam-evaporation equipment was formed, it became clear that the vacuum evaporation conditions for obtaining the outstanding optical property with little [ dielectric film / each ] aging are not the same. Then, in this invention, an optimal setup of the oxygen gas pressure in a chamber is changed and carried out with the 1st dielectric film formation process and the 2nd dielectric film formation process. The dielectric multilayers filter which this shows a stable optical property equivalent [ without ion assistance ] to the case where ion assistance is performed can be obtained. And if ion assistance is not performed, the problem of the ununiformity of ion beam exposure distribution is lost, and equalization of the property of the dielectric multilayers filter formed in two or more set plate is attained.

[0012] Especially a thin film deposition system is electron-beam-evaporation equipment. The 1st dielectric film SiO<sub>2</sub> film, The 2nd dielectric film is TiO<sub>2</sub>. It is SiO<sub>2</sub> when it is the film. The oxygen gas pressure at the time of film formation  $\times (0.5 \sim 0.1) \times 10^{-4}$  Torr, TiO<sub>2</sub> By setting the

oxygen gas pressure at the time of film formation as  $\times(1.4-1.5) 10^{-4}$ Torr, respectively, and considering substrate temperature as 200  $\pm 5$ -degree-C immobilization In order to be able to obtain the very small optical property of aging without ion assistance and not to use ion assistance, dispersion between substrates is reduced effectively.

[0013]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 1 is the outline configuration of the electron-beam-evaporation equipment used for the example. A chamber 1 is connected to the evacuation equipment which is not illustrated, and it is adjusted by the bulb 8, and oxygen gas is introduced. Inside the chamber 1, 1st and 2nd at least two sources of electron beam evaporation 2a and 2b are arranged at the lower part, and, up, the dome-like substrate electrode holder 3 is arranged. The corrector plate 5 of a predetermined configuration is arranged under the substrate electrode holder 3.

[0014] Drawing 2 is drawing which looked at the parts of the substrate electrode holder 3 and a corrector plate 5 from the lower part, a hole 9 can open in the location which should hold a substrate in the substrate electrode holder 3, and a substrate 4 is held so that this hole 9 may be covered. The shutter plates 6a and 6b are arranged, and it has come to be able to perform the change of an emission promptly with these shutter plates 6a and 6b on 1st and 2nd source of vacuum evaporationo 2a, and 2b. The ion beam generation source 7 for ion assistance is formed in the lower side face of a chamber 1. However, this ion beam generator 7 is not used in this invention.

[0015] Such equipment is used and it is SiO<sub>2</sub> to 1st source of vacuum evaporationo 2a. It is TiO<sub>2</sub> to a target and 2nd source 2b of vacuum evaporationo. Setting a target, setting a substrate 4 to the substrate electrode holder 3, setting up the oxygen gas pressure and substrate temperature in a chamber 1, and rotating the substrate electrode holder 1, 1st and 2nd source of vacuum evaporationo 2a and the vacuum evaporationo from 2b are repeated by turns, and dielectric multilayers are formed.

[0016] In advance of explanation of a concrete example, the experimental data which determines the oxygen gas pressure in a chamber and substrate temperature is explained below as film formation conditions that the optical property which was excellent without performing ion assistance is obtained. It is SiO<sub>2</sub> without [ using oxygen gas pressure in a chamber, and substrate temperature as a parameter on BK-7 substrate ] ion assistance. Monolayer and TiO<sub>2</sub> Monolayer was formed. About each monolayer, it was left in atmospheric air for two months, and change  $\Delta n$  of a refractive index and wavelength shift  $\Delta \lambda$  of a part light transmission property were measured.

[0017] Wavelength shift  $\Delta \lambda$  of a part light transmission property is explained here. As shown in drawing 3, it is SiO<sub>2</sub> to BK-7 substrate 31. Or TiO<sub>2</sub> If monolayer 32 is formed and a light transmission property is measured that much, it will become like drawing 4. The continuous line of drawing 4 is a property immediately after film formation, and a broken line

is a property for example, after two-month neglect. Change part  $\Delta\lambda$  of these permeability properties is the wavelength shift said here.

[0018] Drawing 5 is the measurement data (substrate temperature of 300 degrees C) of refractive-index change  $\Delta n$  to the oxygen-gas-pressure force about each monolayer, and, similarly drawing 6 is the measurement data (substrate temperature of 300 degrees C) of a wavelength shift to oxygen gas pressure. Moreover, drawing 7 is the measurement data (for SiO<sub>2</sub>,  $0.5 \times 10^{-4}$ Torr and TiO<sub>2</sub> are [ oxygen gas pressure ]  $2 \times 10^{-4}$ Torr) of refractive-index change  $\Delta n$  to the substrate temperature about each monolayer, and, similarly drawing 8 is the measurement data (for SiO<sub>2</sub>,  $0.5 \times 10^{-4}$ Torr and TiO<sub>2</sub> are [ oxygen gas pressure ]  $2 \times 10^{-4}$ Torr) of wavelength shift  $\Delta\lambda$  to substrate temperature.

[0019] Although it is thought in the above measurement data that the main causes of wavelength shift  $\Delta\lambda$  are in change  $\Delta n$  of a refractive index, for example, it is expected that a curve with almost same drawing 5 and drawing 6 is drawn, it is TiO<sub>2</sub> in fact in the one where oxygen gas pressure is higher. The measurement data of monolayer is greatly shifted among both. This is considered that a certain unexpected factor has influenced. The same is said of the relation between drawing 7 and drawing 8.

[0020] The measurement data of drawing 5 and drawing 6 to SiO<sub>2</sub> About monolayer, refractive-index change  $\Delta n$  and wavelength shift  $\Delta\lambda$  is min near oxygen-gas-pressure  $0.5 \times 10^{-4}$ Torr. TiO<sub>2</sub> About monolayer, refractive-index change  $\Delta n$  and wavelength shift  $\Delta\lambda$  is min near oxygen-gas-pressure  $1.5 \times 10^{-4}$ Torr.

[0021] On the other hand, it is the measurement data of drawing 7 to SiO<sub>2</sub>. About monolayer, it is near the substrate temperature of 300 degrees C, and is TiO<sub>2</sub>. About monolayer, it is near the substrate temperature of 200 degrees C, and refractive-index change  $\Delta n$  has become min. The substrate temperature from which the complicated curve is drawn in the measurement data of drawing 8, and wavelength shift  $\Delta\lambda$  becomes min is SiO<sub>2</sub> although it does not ask clearly. About monolayer, it is near 300 degree C and TiO<sub>2</sub>. About monolayer, near 200 degree C is too considered to be optimum conditions. However, SiO<sub>2</sub> The film and TiO<sub>2</sub> It is difficult to change substrate temperature, when repeating the film by turns and forming it in practice.

[0022] Dispersion in conditioning is taken into consideration from the above consideration result, and it is SiO<sub>2</sub>. It is the oxygen gas pressure at the time of film formation  $x(0.5 \sim 0.1) \times 10^{-4}$ Torr and TiO<sub>2</sub> A change setup of the oxygen gas pressure at the time of film formation is carried out at  $x(1.4 \sim 1.5) \times 10^{-4}$ Torr, respectively, and substrate temperature is understood that it is desirable as  $200 \pm 5$ -degree-C immobilization to make a multilayers filter.

[0023] The long wavelength edge filter was actually created on above-mentioned optimal film formation conditions. Drawing 9 is the configuration of the edge filter. the equipment of drawing 1 -- using -- ion assistance -- not carrying out -- the BK-7 substrate 91 top -- SiO<sub>2</sub> The film 92 and TiO<sub>2</sub> the film 93 -- alternation -- repeating -- forming -- all -- the multilayers of 45

layers were formed. The optical thickness of each class is SiO<sub>2</sub>. About the film 92, it is thick little by little sequentially from the bottom in  $0.840 \times \lambda/4$  -  $1.850 \times \lambda/4$ , and is TiO<sub>2</sub>. About the film 93, similarly, it has set up so that it may become little by little thick sequentially from the bottom in  $0.800 \times \lambda/4$  -  $0.940 \times \lambda/4$ .

[0024] Drawing 10 shows the permeability property of the long wavelength edge filter obtained according to this example. moreover, this long wave -- as a result of measuring the difference of the edge wavelength after leaving it for two months in the edge wavelength immediately after creation of a long edge filter, and atmospheric air, the amount of edge wavelength shifts was 5-6nm. The data is shown in Table 1 as compared with the conventional example.

[0025]

[Table 1]

[0026] Conventional example \*\* of Table 1 is SiO<sub>2</sub>. The film and TiO<sub>2</sub> It is the case where set membranous formation conditions constant oxygen-gas-pressure  $1.4 \times 10^{-4}$ Torr regularity and the substrate temperature of 200 degrees C, and ion assistance is performed. Conventional example \*\* is SiO<sub>2</sub>. The film and TiO<sub>2</sub> It is the case where set membranous formation conditions constant oxygen-gas-pressure  $1.4 \times 10^{-4}$ Torr regularity and the substrate temperature of 200 degrees C, and ion assistance is not performed.

[0027] Ion assistance is not performed but, moreover, it is SiO<sub>2</sub>. The film and TiO<sub>2</sub> In conventional example \*\* which fixed membranous formation conditions, the amount of edge wavelength shifts is as large as about 20nm. In conventional example \*\* which performed ion assistance, the small value equivalent to an example as an amount of edge wavelength shifts is acquired. However, in this conventional example \*\*, dispersion in the property between substrates is large because of the ununiformity of ion irradiation distribution.

[0028] According to this example as mentioned above, it is the oxygen gas pressure in a chamber SiO<sub>2</sub> The film and TiO<sub>2</sub> In order to be able to obtain an optical property with little aging without ion assistance and not to perform ion assistance by changing and carrying out an optimal setup at a membranous formation step, dispersion in the property between substrates will become small.

[0029] This invention is not restricted to the above-mentioned example. Although the example explained the long wavelength edge filter, this invention is applicable also like the short wavelength edge filter and band pass filter using the combination of other thickness. Moreover,

they are SiO<sub>2</sub> and TiO<sub>2</sub> as dielectric materials. This invention is effective also when the thing of an except is used. Furthermore, also when a sputtering system is used instead of electron-beam-evaporation equipment, the same effectiveness is acquired by changing and carrying out an optimal setup of the oxygen gas pressure in the formation process of each dielectric film similarly.

[0030]

[Effect of the Invention] As stated above, in case a dielectric multilayers light filter is manufactured using the thin film deposition system which has at least two sources of vacuum evaporation in a chamber according to this invention, dispersion between substrates can acquire the outstanding light filter property with little aging small by changing and carrying out an optimal setup of the oxygen gas pressure in a chamber with the 1st dielectric film formation process and the 2nd dielectric film formation process.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The outline configuration of the electron-beam-evaporation equipment used for the example is shown.

[Drawing 2] It is drawing which looked at the substrate electrode holder of this equipment from the lower part.

[Drawing 3] It is drawing for explaining the measuring method of the part light transmission property of dielectric monolayer.

[Drawing 4] It is drawing showing aging of the part light transmission property of dielectric monolayer.

[Drawing 5] They are the oxygen gas pressure of dielectric monolayer, and the measurement data of aging of a refractive index.

[Drawing 6] It is the measurement data of the oxygen gas pressure of dielectric monolayer, and aging of a part light transmission property.

[Drawing 7] It is the measurement data of aging of the substrate temperature of dielectric monolayer, and a refractive index.

[Drawing 8] the substrate temperature of dielectric monolayer, and a spectrum -- it is the measurement data of aging of a transparency property.

[Drawing 9] It is the configuration of the edge filter by the example.

[Drawing 10] It is the permeability property of the edge filter by this example.

[Description of Notations]

1 [ -- A substrate electrode holder, 4 / -- A substrate, 5 / -- A corrector plate, 6 / -- A shutter plate, 7 / -- An ion beam generation source, 8 / -- A bulb, 91 / -- BK-7 substrate,

92 / -- SiO<sub>2</sub> / The film, 93 -- TiO<sub>2</sub> Film. ] -- A chamber, 2a -- The 1st source of vacuum evaporation, 2b -- The 2nd source of vacuum evaporation, 3

[Translation done.]